

POSLJEDICE IZMJENA UREDBE O STANDARDU KAKVOĆE VODA NA REZULTATE METODOLOGIJE KOMBINIRANOG PRISTUPA

doc. dr. sc. Domagoj Nakić,
mag. ing. aedif.
Sveučilište u Zagrebu,
Građevinski fakultet
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska
domagoj.nakic@grad.unizg.hr

Silvio Kostanjevec
Sveučilište u Zagrebu,
Građevinski fakultet
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska

izv. prof. dr. sc. Dražen Vouk,
mag. ing. aedif.
Sveučilište u Zagrebu,
Građevinski fakultet
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska

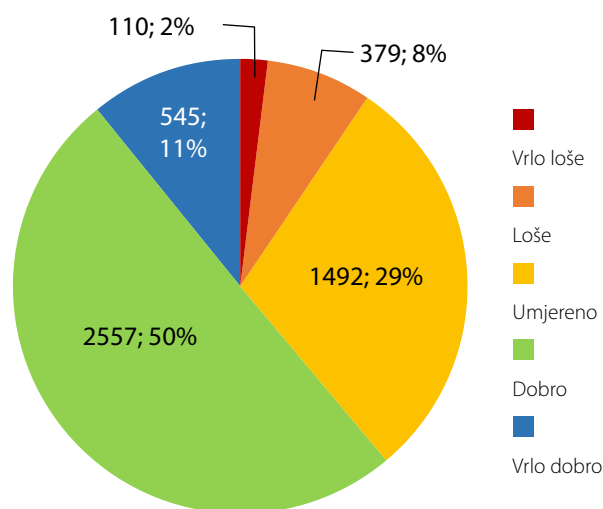
dr. sc. Hana Posavčić,
mag. ing. aedif.
Sveučilište u Zagrebu,
Građevinski fakultet
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska

U prvoj polovini 2023. donesena je Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 20/23 i 50/23-ispravak), a nedugo potom, u srpnju i Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. [1]. Navedeno se direktno odrazilo i na rezultate proračuna korištenjem postojeće Metodologije kombiniranog pristupa (MKP). U ovom radu daje se kritički osvrt na uvedene promjene u odnosu na rezultate proračuna MKP-a na primjeru više uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV) s ispuustom u priobalne vode. Sagledane su razlike u graničnim vrijednostima dobrog ekološkog stanja između originalne Uredbe (NN 66/19) te Izmjena Uredbe (NN 20/23 i 50/23-ispravak) koje se ogledaju u blagom smanjenju graničnih vrijednosti u odnosu na parametar dušika i značajnom postroženju u odnosu na ukupni fosfor. Zaključak provedenih analiza je da će uvedene izmjene, u pojedinim slučajevima, vrlo vjerojatno rezultirati potrebom za implementacijom viših stupnjeva pročišćavanja (očekivano III. stupnja) na UPOV-ima Jadranskog sliva s ispuustom u priobalne vode.

Ključne riječi: kakvoća voda; dobro ekološko stanje; kombinirani pristup; priobalne vode; UPOV; dušik; fosfor

1. UVOD

Obveze i standardi u upravljanju vodama zadani su zemljama članicama Europske unije (EU), u prvom redu krovnim dokumentom; Okvirnom direktivom o vodama (Water Framework Directive EU 2000/60/EC), ali i svim ostalim uz nju vezanim direktivama. Upravo Okvirna direktiva o vodama propisuje obvezu svim državama članicama osiguranje nadzora svih ispuštanja u površinske vode u skladu s kombiniranim pristupom koji je povezan i s više drugih direktiva EU-a [2]. Osnovni cilj EU-a definiran i u sklopu Okvirne direktive o vodama o osiguranju dovoljnih količina kvalitetne vode svim Europljanima i postizanja dobrog stanja svih vodnih tijela diljem Europe, unatoč svim naporima daleko je od postizanja. Prema posljednjim dostupnim podacima na razini EU-a (uključujući i Ujedinjeno Kraljevstvo i Norvešku) samo 40 % površinskih vodnih tijela postiže



Slika 1: Broj i udio kategorija ekološkog stanja priobalnih vodnih tijela na razini EU-a (uključujući UK i Norvešku) [5]

dobro ekološko stanje [3] i sasvim je neizvjesno kada će se ostvariti zadani cilj – postizanje dobrog ekološkog stanja svih površinskih voda [4]. Stanje kod priobalnih vodnih tijela ipak je nešto bolje, gdje je minimalna kategorija dobrog ekološkog stanja postignuta za oko 61 % od ukupnog broja definiranih vodnih tijela ovog tipa (slika 1) [5].

Prema članku 68. Zakona o vodama (NN 66/19, 84/21 i 47/23) "kombinirani pristup" znači propisivanje standarda kakvoće vode prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/19, 20/23 i 50/23-ispravak), primjenu propisanih graničnih vrijednosti emisija sukladno ovom Zakonu i propisima donesenim na temelju njega (konkretno Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/20)), kontrolu emisija primjenom najboljih raspoloživih tehnika u slučajevima točkastih izvora onečišćenja te primjenu dobre poljoprivredne i ekološke prakse u slučajevima raspršenih izvora onečišćenja sukladno važećim propisima koji se odnose na pročišćavanje komunalnih otpadnih voda, poljoprivredu i okoliš. Još su Malus i Telišman 2002. [6] objasnili koncept kombiniranog pristupa i analizirali iskustva više europskih zemalja i SAD-a u primjeni kombiniranog pristupa. Također su upozorili na potrebu širenja monitoringa kakvoće i količine voda, odnosno na sustavnije prikupljanje podataka te daljnji razvoj i veću primjenu prognostičkih modela.

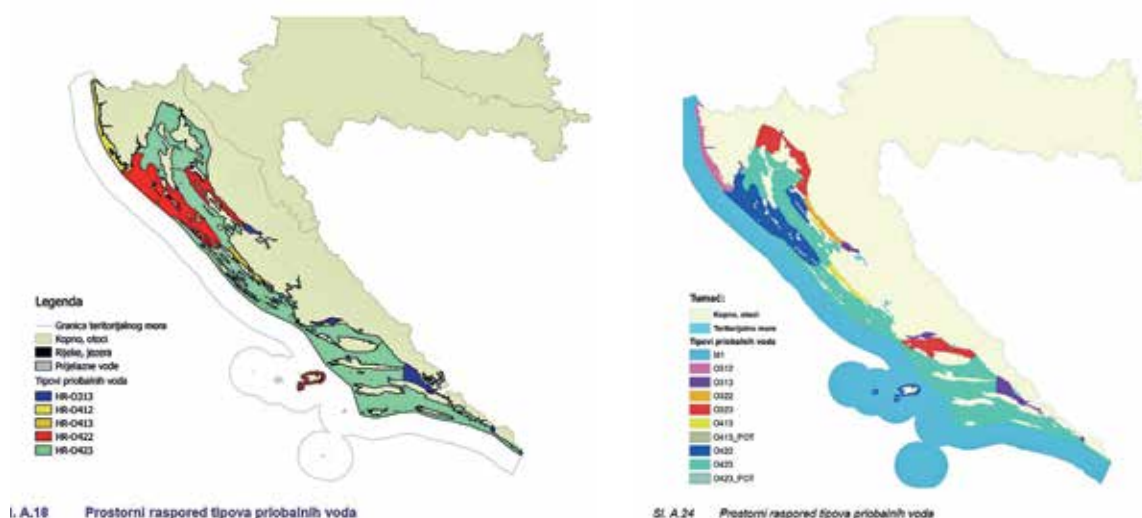
Načelo kombiniranog pristupa označava pristup usmjeren na smanjenje onečišćenja voda iz točkastih i raspršenih izvora s ciljem postizanja dobrog stanja voda [7], a MKP se koristi u procjenama utjecaja zahvata na okoliš (i ocjenama o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš), u postupku ocjene o prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu, kod izrade koncepcijskih rješenja i izrade studija izvodljivosti, izdavanja vodopravnih uvjeta, potvrda i dozvola, kod davanja mišljenja i ocjena u postupku izdavanja okolišne dozvole te u svim drugim slučajevima kada je potrebno utvrditi granične vrijednosti emisija za ispuštanje u površinske vode. Uz

određivanje aglomeracije, projektiranje kanalizacijskog sustava, odabir razine i tehnologije pročišćavanja otpadnih voda (koja je povezana s veličinom aglomeracije i prijemnikom), poseban je izazov upravo obveza postizanja dobrog ekološkog stanja vodnog tijela koje se planira kao prijemnik pročišćene otpadne vode [4]. U nastavku rada dat će se osvrt na ključne izmjene uvedene Uredbom o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 20/23 i 50/23-ispravak) u odnosu na originalnu Uredbu o standardu kakvoće voda (NN 66/19), u dijelu koji se odnosi na priobalne vode.

2. GLAVNE IZMJENE REGULATIVE 2023. GODINE U PRIMJENI MKP-a ZA PRIOBALNE VODE

Na temelju definiranih abiotičkih čimbenika Izmjenom Uredbe (NN 20/23 i 50/23-ispravak) određeno je sedam tipova priobalnih voda za razliku od prethodnih pet tipova, a što je primijenjeno i u novom Planu upravljanja vodnim područjima do 2027. Navedeno je rezultiralo promjenom tipa priobalnog vodnog tijela za određena područja u odnosu na tipizaciju definiranu Planom upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. Usporedni prikaz prostornih izmjena u tipu priobalnih vodnih tijela dan je na slici 2. Navedeno je, primjerice, rezultiralo činjenicom da vodna tijela u Splitskom kanalu ili Kvarnerskom zaljevu više ne spadaju pod tip HR-04_23, već HR-03_23 ili da vodna tijela smještena uz zapadnu obalu Istre više ne spadaju pod tip HR-04_12, već HR-03_12. Uz izmjene u tipizaciji vodnih tijela priobalnih voda, efektivno najznačajnije izmjene dogodile su se u području graničnih vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente kakvoće za priobalne vode u sklopu Uredbe o izmjenama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 66/19, 20/23, 50/23-ispravak).

Potrebno je napomenuti i kako je kroz prikazane



Slika 2: Prostorni raspored tipova priobalnih voda (lijevo: Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. [8] i desno: Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. [1])

Tablica 1: Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente kakvoće za priobalne vode (Uredba o standardu kakvoće voda (NN 66/19))

OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje – vrijednost 50-og percentila				
		Režim kisika	Hranjive tvari			Prozirnost
		Zasićenje kisikom	Anorganski dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor	Secchi prozirnost
		%	μmol/ dm ³	μmol/ dm ³	μmol/ dm ³	m
HR-O3_13	vrlo dobro ili referentno	P: 90 – 110 D: > 80	3	0,07	0,3	25
	dobro	P: 75-150 D: > 40	3 – 15	0,07 – 0,25	0,3 – 0,6	5 – 25
HR-O4_12 i HR-O4_13	vrlo dobro ili referentno	P: 90 – 110 D: > 80	2	0,07	0,3	25
	dobro	P: 75-150 D: > 40	2 – 10	0,07 – 0,25	0,3 – 0,6	5 – 25
HR-O4_22 i HR-O4_23	vrlo dobro ili referentno	P: 90 – 110 D: > 80 ¹ D: > 70 ²	2	0,07	0,3	25
	dobro	P: 75-150 D: > 40	2 – 10	0,07 – 0,25	0,3 – 0,6	5 – 25

Tablica 2: Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente kakvoće za priobalne vode (Ispravak Uredbe o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 50/23))

OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Tempera- tura	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske poka- zatelje – vrijednost 50-og percentila		Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje – srednja godišnja vrijednost				
			Prozirnost	Režim kisika ¹	Salinitet ²	Hranjive tvari ¹			
			Secchi prozirnost	Zasićenje kisikom		Otopljeni anorganski dušik	Ukupni dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor
			m	%		μmol N/dm ³	μmol N/dm ³	μmol P/dm ³	μmol P/dm ³
HR-O3_12 HR-O3_13	vrlo dobro ili referentno	nema od- stupanja	>25	P: 90 – 110 D: > 80	34,5 ≤ s ≤ 37,5	≤2,59	≤10,99	≤0,054	≤0,234
	dobro	<1,5	5 – 25	P: 75-150 D: > 40	33,0 ≤ s ≤ 34,4 37,6 ≤ s ≤ 38,5	2,60-3,99	11,00-13,39	0,055-0,079	0,235-0,299
	umjereno	>1,5	<5 ⁴	P: >150	s < 33,0	4,00-6,99	13,40-18,99	0,080-0,119	0,300-0,399
	loše			P: <75	s >38,5	7,00-9,99	19,00-25,99	0,120-0,179	0,400-0,599
	vrlo loše			D: < 40		≥10,00	≥26,00	≥0,180	≥0,600
HR-O3_22 HR-O3_23	vrlo dobro ili referentno	nema od- stupanja	>25	P: 90 – 110 D: > 80 ⁵ D: > 70 ⁶	34,5 ≤ s ≤ 37,5	≤2,59	≤10,99	≤0,054	≤0,234
	dobro	<1,5	5 – 25	P: 75-150 D: > 40	33,0 ≤ s ≤ 34,4 37,6 ≤ s ≤ 38,5	2,60-3,99	11,00-13,39	0,055-0,079	0,235-0,299
	umjereno	>1,5	<5 ⁴	P: >150	s < 33,0	4,00-6,99	13,40-18,99	0,080-0,119	0,300-0,399
	loše			P: <75	s >38,5	7,00-9,99	19,00-25,99	0,120-0,179	0,400-0,599
	vrlo loše			D: < 40		≥10,00	≥26,00	≥0,180	≥0,600
HR-O4_13	vrlo dobro ili referentno	nema od- stupanja	>25	P: 90 – 110 D: > 80	s ≥ 37,5	≤1,49	≤9,69	≤0,039	≤0,199
	dobro	<1,5	5 – 25	P: 75-150 D: > 40	36,0 ≤ s ≤ 37,4	1,50-2,69	9,70-12,09	0,040-0,069	0,200-0,274
	umjereno	>1,5	<5 ⁴	P: >150	s < 36,0	2,70-5,99	12,10-15,99	0,070-0,099	0,275-0,389
	loše			P: <75		6,00-8,99	16,00-20,99	0,100-0,139	0,390-0,539
	vrlo loše			D: < 40		≥9,00	≥21,00	≥0,140	≥0,540
HR-O4_22 HR-O4_23	vrlo dobro ili referentno	nema od- stupanja	>25	P: 90 – 110 D: > 80 ⁵ D: > 70 ⁶	s ≥ 37,5	≤1,49	≤9,69	≤0,039	≤0,199
	dobro	<1,5	5 – 25	P: 75-150 D: > 40	36,0 ≤ s ≤ 37,4	1,50-2,69	9,70-12,09	0,040-0,069	0,200-0,274
	umjereno	>1,5	<5 ⁴	P: >150	s < 36,0	2,70-5,99	12,10-15,99	0,070-0,099	0,275-0,389
	loše			P: <75		6,00-8,99	16,00-20,99	0,100-0,139	0,390-0,539
	vrlo loše			D: < 40		≥9,00	≥21,00	≥0,140	≥0,540

izmjene Uredbe (tablica 1 i tablica 2) došlo i do promjene u određenim kontrolnim parametrima, kao i u načinu njihova sagledavanja. Prema tablici 1 kontrolirao se anorganski dušik, a prema tablici 2 on je zamijenjen parametrom ukupnog dušika (TN). U samoj provedbi metodologije kombiniranog pristupa navedena izmjena nije imala većeg značaja, budući da je isti baziran na parametru ukupnog dušika (TN) čije su granične vrijednosti propisane i Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/20). Naime, uobičajena praksa u provedbi svih elaborata i studija koje su uključivale kombinirani pristup (što je u konačnici i zakonodavac prihvaćao) bila je izjednačavanje anorganskog dušika s ukupnim dušikom (TN). Navedeno je bazirano na njemačkim smjernicama (kojima se vodi i hrvatska praksa) DWA-A 131E [9] prema kojima se u efluentu praktički sav dušik nalazi u formi anorganskog dušika (amonijak, nitrati i nitriti), dok je udio organskog dušika minimalan i praktički zanemariv jer se organski dušik dominantno ugradi u biomasu ili veže za čestice inertne suspendirane tvari. Promjena je zamjetna i u načinu iskazivanja graničnih vrijednosti ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje u dijelu hranjiva: prema tablici 1 mjerodavne su vrijednosti 50. percentila, a prema tablici 2 srednje godišnje vrijednosti, što u određenim situacijama također može imati utjecaja na rezultat proračuna. Iako utjecaj posljednjeg nije zasebno detaljnije sagledavan, inicijalno se, s obzirom na kretanje uobičajenih vrijednosti ovih parametara u priobalnim vodama na razini godine ne očekuju značajnija odstupanja rezultata.

3. ZNAČAJ UVEDENIH IZMJENA NA REZULTATE MKP-A NA PRIMJERU UPOV-A S ISPUSTOM U PRIOBALNE VODE

U nastavku su prikazani rezultati izračuna primjenom MKP-a na primjeru 5 aglomeracija, odnosno UPOV-a, s ispuustom u priobalne vode. S ciljem isključivanja bilo kakve pristranosti u provođenju analiza, neće se koristiti stvarni nazivi aglomeracija (UPOV-a), već će oni biti označeni brojevima 1 - 5. Pritom odabrani UPOV-i i njihove lokacije odgovaraju stvarnim uvjetima, odnosno sve bitne tehničke karakteristike (kapacitet UPOV-a i stupanj pročišćavanja, učinkovitost pročišćavanja, odnosno koncentracije parametara onečišćenja u efluentu, lokacija i dubina ispusta te duljina difuzora) preuzete su iz dostupne studijsko-projektne dokumentacije (idejni i glavni projekti, studije izvodljivosti, studije utjecaja zahvata na okoliš ili elaborati zaštite okoliša u postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš). Analizama su obuhvaćeni po jedan "veliki" i "mali" UPOV na sjevernom (UPOV 1 i UPOV 3) i južnom Jadranu (UPOV 2 i UPOV 4) te jedan "srednji" UPOV na srednjem Jadranu (UPOV 5). Svi analizirani UPOV-i pročišćene otpadne vode ispuštaju u vodna tijela

označena kao "normalno područje" u skladu s Odlukom o određivanju osjetljivih područja (NN 79/22). Također, u svim slučajevima pretpostavljene su jednake gustoće morske vode ($\rho_m = 1.029 \text{ kg/m}^3$) i gustoće efluenta ($\rho_e = 990 \text{ kg/m}^3$), vrijednost ubrzanja sile teže ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) i vrijednost uspornog faktora ($g' = 0,3865 \text{ m/s}^2$). Preostali ulazni parametri (kapacitet UPOV-a, primijenjeni stupanj pročišćavanja, mjerodavni dotoci, koncentracije dušika i fosfora u efluentu, promjena gustoće morske vode po dubini – uslojenost morskog stupca, brzina morskih struja (dodatno verificirani dostupni podaci iz studijske i projektne dokumentacije prema rezultatima Copernicusa [10]) te tip priobalnog vodnog tijela u koje se ispuštaju pročišćene otpadne vode) sistematizirani su u tablici 3. Pritom se tipizacija vodnih tijela provodi "po starom" u odnosu na Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021., odnosno Uredbu o standardu kakvoće voda (NN 66/19), ili "po novom" u odnosu na Plan upravljanja vodnim područjima do 2027., odnosno Uredbu o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 20/23 i 50/23-ispravak).

U tablici 4 dani su rezultati proračuna primjenom MKP-a za pet analiziranih aglomeracija (UPOV-a). Pritom su korišteni stvarni podaci o dubinama mjesta ispuštanja te duljinama difuzora, preuzeti iz dostupne projektne i studijske dokumentacije. U svim slučajevima ispusti su određeni kao značajni, izuzev UPOV-a 4 i UPOV-a 5, u varijanti s provedbom proračuna "po starom". Nadalje, s obzirom na to da su brzine morskih struja u svim analiziranim slučajevima $< 10 \text{ cm/s}$ za izračun hidrauličkog razrjeđenja (S_r) mjerodavan je slučaj 1 u zimskim uvjetima kada nema slojevitosti vodnog stupca, odnosno slučaj 2 u ljetnim uvjetima izražene slojevitosti vodnog stupca. Pritom se napominje da su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja izvorno dane u sklopu Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 66/19, 20/23 i 50/23-ispravak) (tablica 1 i 2) dane u $\mu\text{mol/l}$, dok su prosječne godišnje koncentracije standarda kakvoće okoliša ($SKVO_{PGK}(GVK)$) u tablici 4 izražene u $\mu\text{g/l}$. Za pretvaranje molarnosti u koncentraciju korišteni su sljedeći konverzijski faktori: za dušik $1 \mu\text{mol/l} = 30,973762 \mu\text{g/l}$ i za fosfor $1 \mu\text{mol/l} = 14,00672 \mu\text{g/l}$, a za izračun pojedinih parametara korišteni su izrazi u nastavku [7]. Efektivni volumen protoka (EFV) izračunat je prema izrazu (1):

$$EFV = Q_{ov} \times \frac{C_{ov}}{SKVO_{PGK}(GVK)} \quad (1)$$

gdje je Q_{ov} – prosječni dnevni dotok pročišćene otpadne vode na ispustu, C_{ov} – koncentracija onečišćujuće tvari u pročišćenoj otpadnoj vodi, a $SKVO_{PGK}(GVK)$ – prosječna godišnja koncentracija standarda kakvoće okoliša. Test ispitivanja značajnosti ispusta proveden je u odnosu na pokazatelj koji ima najveći omjer $C_{ov}/SKVO_{PGK}(GVK)$. Ukoliko je $EFV \leq 5 \text{ m}^3/\text{s}$,

Tablica 3: Ulazni parametri za provedbu analiza primjenom MKP-a za 5 odabranih UPOV-a

Parametar	UPOV 1	UPOV 2	UPOV 3	UPOV 4	UPOV 5
Kapacitet (ljetno)	200.000 ES	73.000 ES	6.700 ES	1.400 ES	15.000 ES
Kapacitet (zima)	200.000 ES	50.000 ES	4.800 ES	1.400 ES	3.000 ES
Primijenjeni stupanj pročišćavanja	II.	II.	mehanički predtretman	mehanički predtretman	II.
Q_{ef} (ljetno)	36.500 m ³ /d	19.800 m ³ /d	1.172 m ³ /d	449,80 m ³ /d	1.908,3 m ³ /d
Q_{ef} (zima)	36.500 m ³ /d	12.900 m ³ /d	566 m ³ /d	68,90 m ³ /d	479 m ³ /d
$C_{N,ef}$	42,00 mg N/l	30,00 mg N/l	65,68 mg N/l	38,00 mg N/l	61,00 mg N/l
$C_{P,ef}$	7,00 mg P/l	4,20 mg P/l	11,44 mg P/l	8,64 mg P/l	10,00 mg P/l
$\Delta\rho_m/\Delta z$	0,0495 kg/m ³ /m	0,0491 kg/m ³ /m	0,0200 kg/m ³ /m	0,0491 kg/m ³ /m	0,0170 kg/m ³ /m
v_x	0,075 m/s	0,065 m/s	0,080 m/s	0,065 m/s	0,950 m/s
Tip vodnog tijela prema lokaciji ispusta -"staro"	HR-04-23	HR-04-23	HR-04-23	HR-04-23	HR-04-23
Tip vodnog tijela prema lokaciji ispusta -"novo"	HR-03-23	HR-04-23	HR-03-23	HR-04-23	HR-04-23

odnosno $EFV \leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$ za osjetljiva područja ispust se ne smatra značajnim. U tablici 4 vidljivo je da je za UPOV-e 4 i 5 došlo do promjene (ispust je postao značajan) s izmjenama zakonske regulative, a kao posljedica postroženja parametra $SKVO_{PGK}$ (GVK) (P). Za ispuste koji su se pokazali značajnima, početno hidrauličko razrjeđenje (S_1) izračunato je korištenjem izraza (2) u zimskim uvjetima, odnosno izraza (3) u ljetnim uvjetima:

$$S_1 = 0,38 \frac{\sqrt[3]{g' h}}{\sqrt[3]{q^2}} \quad (2)$$

$$S_1 = 0,31 \frac{\sqrt[3]{g' z_{max}}}{\sqrt[3]{q^2}} \quad (3)$$

gdje je g' – usporni faktor, h – dubina ispusta, q – istjecanje pročišćene otpadne vode po duljini difuzora, a z_{max} – najveća visina dizanja perjanice mješavine vode koja prvenstveno ovisi o promjeni gustoće morske vode po dubini ($\Delta\delta_m/\Delta z$).

Iz prikazanih rezultata vidljiv je trend postroženja uvjeta koji uzrokuju češće nezadovoljenje postavljenih zahtjeva pri provedbi proračuna "po novom", i to u odnosu na parametar ukupnog fosfora. Uz navedeno, prisutno je i uglavnom blago smanjenje zahtjeva za postizanje dobrog ekološkog stanja u odnosu na parametar ukupnog dušika.

Posebno je bitno istaknuti činjenicu da je za sve analizirane UPOV-e, izuzev UPOV 1, uz staru regulativu postignuto dobro ekološko stanje prijemnika (UPOV-i 3, 4 i 5) ili ga je bilo moguće postići uz dodatne manje tehničke intervencije (produljenje difuzorskog dijela

Tablica 4: Rezultati provedenih analiza primjenom MKP-a za pet odabranih UPOV-a

	UPOV 1		UPOV 2		UPOV 3		UPOV 4		UPOV 5	
	"staro"	"novo"	"staro"	"novo"	"staro"	"novo"	"staro"	"novo"	"staro"	"novo"
Karakteristike podmorskog ispusta										
Dubina ispuštanja h (m)	40,2		94,0		40,0		76,5		72,0	
Duljina difuzora l (m)	48,0		85,0		90,0		100,0		200,0	
Značajnost ispusta										
Q _{ef} (m³/s)	0,42245		0,22917		0,01356		0,00521		0,00554	
C _{ef} (N) (µg/l)	42.000		30.000		65.680		38.000		61.000	
C _{ef} (P) (µg/l)	7.000		4.200		11.440		8.640		10.000	
SKVO _{PGK} (GVK) (N) (µg/l)	140,07	187,55	140,07	169,34	140,07	187,55	140,07	169,34	140,07	187,55
SKVO _{PGK} (GVK) (P) (µg/l)	18,58	9,26	18,58	8,49	18,58	9,26	18,58	8,49	18,58	9,26
EFV (N) (m³/s)	126,68	94,61	49,08	40,6	6,36	4,75	1,41	1,17	2,41	2,00
EFV (P) (m³/s)	159,12	319,32	51,79	113,41	8,35	16,76	2,42	5,30	2,98	6,53
Značajan ispust	DA	DA	DA	DA	DA	DA	NE	DA	NE	DA
Hidrauličko razrjeđenje										
Slučaj 1 (zima): S ₁	261		1.787		6.351		15.187		21.758	
Slučaj 2 (ljetno): S ₁	102		152		623		567		750	
Slučaj 3: S ₁	114		755		10.616		31.838		103.896	
Zaključak										
Zima - C _{gvf} /S ₁ (µg/l) N	160,90 ne zadovoljava	160,90 zadovoljava	16,79 zadovoljava	16,79 zadovoljava	10,34 zadovoljava	10,34 zadovoljava	- zadovoljava	2,50 zadovoljava	- zadovoljava	2,80 zadovoljava
Zima - C _{gvf} /S ₁ (µg/l) P	26,82 ne zadovoljava	26,82 ne zadovoljava	2,35 zadovoljava	2,35 zadovoljava	1,80 zadovoljava	1,80 zadovoljava	- zadovoljava	0,57 zadovoljava	- zadovoljava	0,46 zadovoljava
Ljeto - C _{gvf} /S ₁ (µg/l) N	411,15 ne zadovoljava	411,15 ne zadovoljava	197,22 ne zadovoljava	197,22 ne zadovoljava	105,34 zadovoljava	105,34 zadovoljava	- zadovoljava	67,02 zadovoljava	- zadovoljava	81,32 zadovoljava
Ljeto - C _{gvf} /S ₁ (µg/l) P	68,53 ne zadovoljava	68,53 ne zadovoljava	27,61 ne zadovoljava	27,61 ne zadovoljava	18,35 zadovoljava	18,35 ne zadovoljava	- zadovoljava	15,24 ne zadovoljava	- zadovoljava	13,33 ne zadovoljava

podmorskog ispusta unutar realnih okvira i/ili blago povećanje učinkovitosti uklanjanja dušika i/ili fosfora, ali bez nužnosti za uvođenjem III. stupnja pročišćavanja) (UPOV 2). Nasuprot tomu, prilikom provedbe proračuna "po novom", odnosno uvažavajući posljednje izmjene regulative u nijednom od analiziranih primjera nije moguće postići dobro ekološko stanje prijemnika bez uvođenja III. stupnja pročišćavanja. Naime, uz novo definirane granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja dobro stanje prijemnika u prikazanim primjerima moguće je postići tek značajnijim ograničavanjem koncentracija ukupnog fosfora (TP) u efluentu, odnosno propisivanjem graničnih vrijednosti emisija TP-a koje se prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/20) smatraju III. stupnjem pročišćavanja (do 1 mg P/l za UPOV-e veće od 100.000 ES, odnosno do 2 mg P/l za UPOV-e do 100.000 ES). Iz navedenog direktno slijedi da će se ubuduće, sve češće i za UPOV-e na Jadranskom slivu, zahtijevati III. stupanj pročišćavanja. Iako ova činjenica sama po sebi na neki način predstavlja logičan i očekivan nastavak povećane brige za okoliš s ciljem postavljanja sve strožih zahtjeva za kontrolom emisija u okoliš, istovremeno treba voditi računa i o njezinim ekonomskim učincima i to ne samo u fazi izgradnje, već većim dijelom i u operativnoj fazi budućih UPOV-a. Nadalje, posebnu pozornost potrebno je posvetiti projektima aglomeracija koji su u ovom trenutku u određenim fazama provedbe, a posebice kod onih za koje su već osigurana i financijska sredstva, a iz različitih se razloga zahtijeva novelacija okolišne dokumentacije (Ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš i/ili Procjena utjecaja zahvata na okoliš), kako se u konačnici, zbog neselektivnog sagledavanja projektnih parametara u odnosu na zahtjeve regulative, ne bi ugrozio nastavak financiranja i dovršetak većine ovih projekata. Pritom autori ni na koji način ne dovode u pitanje potrebu praćenja europskih trendova i postroženja kriterija zaštite okoliša u cjelini, pa tako i vodnih tijela, već ističu nedostatak detaljne analize uvedenih izmjena na njihovo značenje u praksi, a temeljem čega bi proizašle jasne smjernice kako što efikasnije novu regulativu inkorporirati u projekte koji se već nalaze u određenim fazama provedbe. U konkretnim primjerima i analizama kao kritični parametar pokazao se ukupni fosfor (TP) za čije je uklanjanje još i relativno jednostavno moguće primijeniti postupke za njegovo kemijsko uklanjanje, bez značajnijih investicijskih troškova na postojećim UPOV-ima. Navedeno bi zasigurno rezultiralo povećanim operativnim troškovima na takvim UPOV-ima, ali bi bilo izvedivo. S druge pak strane, u slučaju daljnjeg postroženja kriterija za preostale parametre, primjerice ukupni dušik (TN) čije se uklanjanje temelji na biološkim postupcima uz uvođenje nitrifikacije i denitrifikacije, postizanje traženih povećanih učinkovitosti neće biti moguće bez značajnijih investicijskih troškova, odnosno nadogradnji postojećih UPOV-a novim bazenima s ciljem dobivanja dodatno potrebnog volumena. Stoga je ovu činjenicu potrebno uzeti u obzir već danas, prilikom planiranja i projektiranja svih novih UPOV-a, koje se nerijetko, prvenstveno na

Jadranskom slivu, smješta na relativnom ograničenom i uskom obalnom pojasu bez mogućnosti za njihovo daljnje širenje i nadogradnju u budućnosti. Također je potrebno razmisliti o novelaciji Metodologije kombiniranog pristupa koju su Hrvatske vode definirale 2018. godine [7], a kako bi se cjelovito obuhvatile sve izmjene vezane zakonske regulative koje su se od tada dogodile, kao i one koje se očekuje u bliskoj budućnosti (prvenstveno vezano uz najavljene izmjene Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda). Pritom je potrebno omogućiti i prihvaćanje drugih naprednijih oblika dokazivanja zadovoljenja kombiniranog pristupa od strane nadležnih tijela. Naime, znatno veći broj utjecajnih parametara koje je moguće uključiti kroz napredne numeričke modele pronosa onečišćenja u vodnim tijelima zasigurno daju i daleko precizniju sliku rezultirajućeg statusa prijemnika od pojednostavljenih, univerzalno primjenjivih analitičkih izraza. Iz dosadašnjeg iskustva, nadležna tijela inzistiraju na ispunjavanju kriterija definiranih Metodologijom Hrvatskih voda iz 2018. godine [7] i ne priznaju rezultate numeričkih modela u postupcima procjene utjecaja na okoliš [11], a što je slučaj u nekim drugim članicama EU-a. Više je autora kroz znanstvene i stručne članke pozivalo na ujednačavanje i harmonizaciju pristupa i metodologija koje se koriste u ove svrhe na razini EU-a [12 - 14]. Naime, europsko zakonodavstvo Okvirnom direktivom o vodama (2000/60/EC) u članku 10 propisuje obvezu primjene kombiniranog pristupa kao kombinacije standarda efluenta i standarda prijemnika, ali ne propisuje način na koji će se dokazati postizanje traženih kriterija. Stoga je ostalo nejasno zašto domaća praksa inzistira na zadovoljenju kriterija temeljem pojednostavljenih analitičkih izraza, dok *a priori* odbacuje detaljnije i sveobuhvatnije rezultate dobivene primjenom znatno naprednijih oblika u vidu numeričkih modela.

Uz opisane promjene koje su najznačajnije za UPOV-e s ispustom u priobalne vode, navedene izmjene regulative 2023. godine, imaju utjecaja i na rezultate izračuna primjenom MKP-a za UPOV-e s ispustima u ostale tipove površinskih vodnih tijela. Tako je za rijeke uglavnom prisutno postroženje graničnih vrijednosti kategorija ekološkog stanja u odnosu na parametar ukupnog fosfora, dok su promjene za parametar dušika manje značajne i razlikuju se u pozitivnom ili negativnom smjeru, ili su pak bez promjene, u ovisnosti o tipu vodnog tijela. Za jezera je također zamjetno postroženje uvjeta u odnosu na ukupni fosfor, dodatno je uveden parametar ukupnog dušika, dok su promjene u odnosu na parametar nitrata različite za različite tipove vodnih tijela. Sličan trend, gdje je glavna značajka postroženje graničnih vrijednosti u odnosu na parametar ukupnog fosfora, vrijedi i za prijelazne vode.

4. ZAKLJUČAK

Uz već poznate otegotne okolnosti u primjeni kombiniranog pristupa (nedostatak podataka o protoku i kakvoći vodnih tijela koja su predlagana kao prijemnici pročišćenih otpadnih voda, nepostojanje mjernih postaja protoka i kvalitete vodotoka, nedostatak sveobuhvatnog pristupa kojima bi se sagledao utjecaj

većine ostalih onečišćivača (prije svega poljoprivrede) koji vrše pritisak na vodna tijela, prvenstveno u vidu kumulativnog učinka svih onečišćivača na predmetnom području, ne primjenjivanje metodologije na provjeru učinka na prijemnik kišnih rasterećenja (preljeva), kašnjenje u donošenju preostalih povezanih metodologija na državnoj razini), ovim se radom nastojalo ukazati na značaj izmjena u tipizaciji vodnih tijela i definiranju graničnih vrijednosti njihova ekološkog stanja, koje su stupile na snagu s izmjenama Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 20/23 i 50/23-ispravak) te donošenjem novog Plana upravljanja vodnim područjima do 2027.

Iz provedenih analiza na primjeru pet UPOV-a s ispuštom u priobalne vode, vidljiv je trend postroženja graničnih vrijednosti dobrog ekološkog stanja priobalnih vodnih tijela, i to prvenstveno u odnosu na parametar ukupnog fosfora, što direktno znači da će se ubuduće, sve češće i za UPOV-e na Jadranskom slivu zahtijevati III. stupanj pročišćavanja. Iako ova činjenica sama po sebi predstavlja pozitivno djelovanje u sklopu povećane brige za okoliš s ciljem postavljanja sve strožih zahtjeva za kontrolom emisija u okoliš, istovremeno treba voditi računa i o njezinim ekonomskim učincima. Pritom se posebnu pažnju skreće na projekte čija je provedba u tijeku, a iz određenih je razloga potrebno novelirati

prethodno izrađene okolišne dokumente čiji je sastavni dio i Metodologija primjene kombiniranog pristupa. U ovim slučajevima može se očekivati potreba za povećanjem stupnja pročišćavanja na III. stupanj, čak i za projekte koji su u visokim fazama provedbe, stoga je potrebno uspostaviti prijelazno razdoblje ili donijeti kriterije za izuzeće projekata u provedbi, kako se ne bi ugrozio njihov dovršetak i nastavak financiranja, ali i kako bi se izbjegle potencijalne financijske korekcije. Pritom se ni na koji način ne osporava potreba postroženja kriterija u zaštiti vodnih tijela koja je vidljiva i na razini EU-a, a koja će se ponovno dogoditi i u bliskoj budućnosti uzimajući u obzir novo najavljene dodatne izmjene ključnih direktiva (prvenstveno Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda). Ipak, ističe se potreba za postojanjem jasnih smjernica za što efikasniju primjenu na projektima u različitim fazama provedbe, a kako bi se minimiziralo potencijalna kašnjenja i/ili neželjene financijske posljedice. Dodatno se predlaže razmisliti o novelaciji same Metodologije kombiniranog pristupa (Hrvatske vode, 2018.), sagledavajući pritom cjelokupnu u međuvremenu izmijenjenu i novo donesenu regulativu. Nadalje je potrebno u analizama uključiti i znatno širi opseg utjecajnih parametara za što se ključnim smatra prihvaćanje naprednih analiza primjenom numeričkog modeliranja, a što do sada nije bilo prihvaćeno od strane nadležnih tijela kao mjerodavno. ■

LITERATURA

Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. 2023. (dostupno na: https://mingor.gov.hr/UserDocImages/Uprava_vodnoga_gospodarstva_i_zast_mora/PLAN%20UPRAVLJANJA%20VODNIM%20PODRU%20C4%8CJIMA%20DO%202027..pdf)

Lončar, Z. D. i Filipović, V. 2019. Metodologija kombiniranog pristupa – od donošenja do primjene. Hrvatske vode. 27(107): 43-52.

WISE-Freshwater 2023. Surface water ecological status. (dostupno na: <https://water.europa.eu/freshwater/europe-freshwater/water-framework-directive/surface-water-ecological-status-pressures>)

Čosić Flajsig, G.; Belaj, M. i Karleuša, B. 2017. Upravljanje površinskim vodama primjenom kombiniranog pristupa. *Građevinar*. 69(17) 8: 617-631.

EEA (European Environment Agency 2023. Ecological status of surface waters in Europe. (dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/ims/ecological-status-of-surface-waters>)

Malus, D. i Telišman, Ž. 2002. *Upravljanje zaštitom voda kombiniranom primjenom metoda standarda kakvoće effluenta i standarda kakvoće prijamnika*. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. VPB d.d. Zagreb.

Hrvatske vode 2018. Metodologija primjene kombiniranog pristupa. (dostupno na: https://voda.hr/sites/default/files/2022-04/metodologija_primjene_kombiniranog_pristupa-veljaca_2018.pdf)

Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. 2016. (dostupno na: https://voda.hr/sites/default/files/2022-05/plan_upravljanja_vodnim_podrucjima_2016._-2021_0.pdf)

DWA 2016. Standard DWA-A 131 E - Dimensioning of Single-stage Activated Sludge Plants.

EU Copernicus Marine Service Information 2023. (dostupno na: https://data.marine.copernicus.eu/product/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004/description)

Nakić, D.; Vouk, D.; Posavčić, H. i Halkijević, I. 2024. Combined approach methodology vs numerical analysis of pollution spread from a submarine outfall. *Book of Abstracts, 4th International Conference Waters in Sensitive and Protected Areas, 10-13 April 2024*. Pula. Hrvatska. 118-119.

Arle, J.; Mohaupt, V. i Kirst, I. 2016. Monitoring of Surface Waters in Germany under the Water Framework Directive — A Review of Approaches, Methods and Results. *Water*. 8(217): 1-22.

Zabel, T.; Milne, I. i McKay, G. 2001. Approaches adopted by European Union and selected Member States for the control of urban pollution. *Urban Water* 3: 25-32.

Jirka, G. H.; Bleninger, T.; Burrows, R. i Larsen, T. 2004. Environmental Quality Standards in the EC-Water Framework Directive: Consequences for Water Pollution Control for Point Sources. *European Water Management Online*. Official Publication of the European Water Association (EWA) 1-20.

CONSEQUENCES OF AMENDMENTS TO THE REGULATION ON WATER QUALITY STANDARD FOR THE RESULTS OF THE COMBINED APPROACH METHODOLOGY

ABSTRACT: In the first half of 2023, the Regulation amending the Regulation on water quality standard (OG 20/23 and 50/23-corr.), and shortly afterwards, in July, the River Basin Management Plan until 2027 [1] were adopted. This directly affected the results of calculations using the Combined approach methodology (CAM). The paper provides a critical review of the introduced changes in relation to CAM calculation results on the example of several wastewater treatment plants (WWTPs) discharging into coastal waters. The differences in limit values of good ecological status between the original Regulation (OG 66/19) and Amended Regulation (OG 20/23 and 50/23-corr.), which are seen in a mild decrease of limit values for parameter Nitrogen and a significantly stricter one for Total Phosphorus, have been considered. The conclusion of conducted analyses is that the introduced changes will very probably result in a need to implement higher treatment levels (tertiary treatment expected) in individual cases of WWTPs discharging into coastal waters in the Adriatic Basin.

KEY WORDS: water quality, good ecological status, Combined approach methodology, coastal waters, WWTP, nitrogen, phosphorus

AUSWIRKUNGEN DER ÄNDERUNGEN DER VERORDNUNG ÜBER WASSERQUALITÄTSSTANDARD AUF DIE ANWENDUNG EINES KOMBINIERTEN METHODISCHEN ANSATZES

ZUSAMMENFASSUNG: Im ersten Halbjahr 2023 wurde eine Verordnung zur Änderung und Ergänzung der Verordnung über Wasserqualitätsstandard (NN 20/23 und 50/23 – Korrektur der Verordnung) erlassen, und nicht lange danach wurde im Juli 2023 auch der Gewässerbewirtschaftungsplan bis 2027 erlassen. Dies spiegelte sich direkt in den Berechnungen wider, die unter Verwendung der bestehenden Methodik des kombinierten Ansatzes erstellt wurden. Der Beitrag gibt einen kritischen Überblick über die eingeführten Änderungen in Bezug auf die Berechnungsergebnisse des kombinierten Ansatzes am Beispiel von mehreren Abwasserbehandlungsanlagen mit Einleitungen in Küstengewässer. Es wurden Unterschiede in den Grenzwerten eines guten ökologischen Zustands zwischen der ursprünglichen Verordnung (NN 66/19) und der Verordnung zur Änderung und Ergänzung (NN 20/23 und 50/23 – Korrektur der Verordnung) festgestellt, die sich auf eine geringe Absenkung der Grenzwerte für Stickstoff als Parameter und einen deutlichen Anstieg der Grenzwerte für Gesamtposphor beziehen. Das Fazit der durchgeführten Analysen ist, dass die eingeführten Änderungen in einigen Fällen höchstwahrscheinlich dazu führen, dass in den Abwasserbehandlungsanlagen mit Einleitungen in Küstengewässer im Adriabecken höhere Reinigungsstufen (dritte Reinigungsstufe) angewendet werden müssen.

SCHLÜSSELWÖRTER: Wasserqualität, guter ökologischer Zustand, kombinierter Ansatz, Küstengewässer, Abwasserbehandlungsanlage, Stickstoff, Phosphor